



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 21 037 A 1**

⑤1 Int. Cl. 5-
G 01 J 5/06

⑳ Aktenzeichen: P 42 21 037.2
㉑ Anmeldetag: 26. 6. 92
㉒ Offenlegungstag: 5. 1. 94

DE 42 21 037 A 1

㉑ Anmelder:

Heimann Optoelectronics GmbH, 65199 Wiesbaden,
DE

㉒ Vertreter:

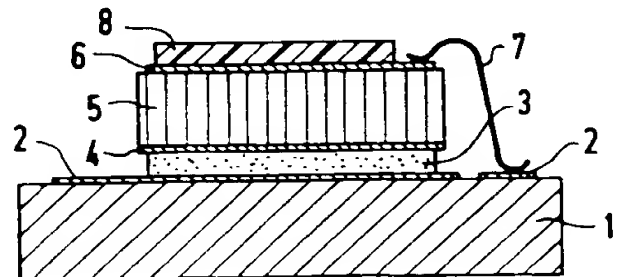
Beetz, R., Dipl.-Ing., Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.;
Siegfried, J., Dipl.-Ing.; Schmitt-Fumian, W., Prof.
Dipl.-Chem., Dr. rer. nat.; Mayr, C.,
Dipl.-Phys., Dr. rer. nat., Pat.-Anwälte, 80538 München

㉓ Erfinder:

Plotz, Fred, Dipl.-Ing., 6200 Wiesbaden, DE;
Schieferdecker, Jörg, Dr.-Ing. habil., 6200
Wiesbaden, DE, Holzenkämpfer, Enno, Dr. rer. nat.,
6204 Taunusstein, DE; Quad, Reiner, Dr. rer. nat., 6204
Taunusstein, DE

㉔ Thermischer Sensor mit Absorberschicht

- ㉕ Es soll ein thermischer Sensor mit Absorberschicht (8) geschaffen werden, der eine ausreichend hohe Empfindlichkeit aufweist und komplett mit produktiven Verfahren der Mikroelektronik und Mikromechanik herstellbar ist. Die strahlungsempfangende Fläche ist mit einer fotolithografisch strukturierbaren Lackschicht (8) von einigen Mikrometern Dicke bedeckt, welche durch Zusätze für den infraroten Spektralbereich absorbierende Eigenschaften erhält.



DE 42 21 037 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11 93 308 061/252

5/45

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen thermischen Sensor, z. B. einen pyroelektrischen Sensor mit beidseitig aufgebraachten Elektroden, die eine strahlungsempfangende Fläche definieren, ein Dünnschichtbolometer mit auf einem Trägersubstrat strukturierter und thermisch von dem Substrat isolierter Widerstandsschicht als strahlungsempfangende Fläche oder einen Thermosäulensensor mit mehreren elektrisch in Reihe geschalteten und auf einem Si-Chip ausgebildeten Thermoelementen mit einer strahlungsempfangenden Fläche, die thermisch isoliert vom Si-Grundkörper auf einer dünnen Membran angeordnet ist und die sogenannten "heißen" Kontakte trägt und von dem Si-Grundkörper umgeben ist, der als Wärmesenke wirkt und die sogenannten "kalten" Kontakte trägt, wobei die Empfindlichkeit für IR-Strahlung mittels einer Absorptionsschicht erhöht wird.

Bei thermischen Sensoren führt die vom strahlenden Objekt auf die empfindliche Fläche einfallende Strahlung zu einer Temperaturerhöhung bzw. Temperaturänderung der empfindlichen Fläche des Sensors. Der Sensor wandelt die Temperaturerhöhung bzw. -änderung in eine äquivalente Änderung der Signalspannung, des Signalstromes oder des Sensorwiderstandes um. Um eine möglichst hohe Empfindlichkeit zu erreichen, muß die empfindliche Fläche des Sensors ein hohes Absorptionsvermögen für die infrarote Strahlung vom Objekt besitzen. Eine sehr hohe Absorption weisen Absorptionsschwarzsichten bzw. Rußschichten auf, die z. B. durch thermisches Verdampfen von Gold, Silber, Platin o. ä. Metallen erzeugt werden. Der Nachteil dieser üblicherweise bei Strahlungsthermosäulen und Dünnschichtbolometern und häufig bei pyroelektrischen Sensoren angewendeten Absorptionsschichten besteht darin, daß sie nicht auf fotolithografischem Wege strukturierbar sind, sondern mittels Durchdampfmasken realisiert werden müssen. Auf diese Weise hergestellte Absorptionsschichten sind mechanisch instabil, nicht feuchtigkeits- oder lösungsmittelbeständig und selbst unter normaler Luftfeuchtigkeit nicht langzeitstabil. Moderne thermische Mikrosensoren, die in hohen Stückzahlen gefertigt werden, lassen sich mit technologischen Mitteln der Mikroelektronik bzw. Mikromechanik herstellen, d. h. mehrere hundert bis tausend Sensorchips auf einer Substratscheibe. Es besteht daher die Möglichkeit, auch die Absorptionsschicht mit fotolithografischen Verfahren zu strukturieren und die Chipvereinzlungsprozesse mit den von der Mikroelektronik her bekannten produktiven Verfahren (wie Trennsägen) durchzuführen. Diese Verfahren sind jedoch bei den üblicherweise verwendeten Absorptionsschwarzsichten nicht einsetzbar. Bei pyroelektrischen Sensoren wird aus diesen Gründen oft auf eine Absorptionsschicht verzichtet. Die Absorption findet dann nur im pyroelektrischen Material oder in den Elektroden statt. Damit lassen sich aber mit den meist angewendeten pyroelektrischen Detektormaterialien nur Absorptionskoeffizienten von typisch 50 bis 70% erreichen, was zu Empfindlichkeitsverlusten gegenüber der vom Detektormaterial vorgegebenen, maximal möglichen Empfindlichkeit führt. Außerdem findet die Absorption dann nicht an der Frontseite des Detektorkristalls statt, was bei Montage der Detektorkristalle auf einer Wärmesenke zur Verringerung der Empfindlichkeit bei niedrigen Frequenzen führt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen thermischen Sensor mit Absorberschicht zu schaffen, der eine

ausreichend hohe Empfindlichkeit aufweist und komplett mit produktiven Verfahren der Mikroelektronik und Mikromechanik herstellbar ist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die strahlungsempfangende Fläche mit einer fotolithografisch strukturierbaren Lackschicht von einigen Mikrometern Dicke bedeckt ist, wobei die Lackschicht durch Zusätze für den infraroten Spektralbereich absorbierende Eigenschaften erhält. Es werden also die auf bekannte Weise strukturierten Sensorchips mit einem fotolithografisch strukturierbaren Lackgemisch gleichmäßig beschichtet und die dadurch entstehende Absorberschicht durch übliches Belichten über Fotomasken und anschließendes Entwickeln strukturiert.

In einer Weiterentwicklung der Erfindung werden dem strukturierbaren Lackgemisch vor der Beschichtung Zusätze von feinkörnigem Material, z. B. Metalloxide, Kohlenstoff, beigemischt, wobei die Korngröße des Zusatzstoffes kleiner als die Schichtdicke der Lackschicht ist.

In einer zusätzlichen Weiterentwicklung der Erfindung wird vor der Lackschicht noch eine dünne Metallschicht abgeschieden, die als Reflektor wirkt und den von der Lackschicht beim ersten Durchgang der Infrarotstrahlung noch nicht absorbierten Strahlungsanteil ein zweites Mal durch die Lackschicht leitet, wodurch die Absorption weiter erhöht wird.

In den erfindungsgemäß hergestellten thermischen Sensoren werden hohe Absorptionskoeffizienten erreicht, die 95% und mehr betragen können. Außerdem findet die Absorption der Strahlung nahezu ausschließlich in der Lackschicht statt, wodurch auch die angestrebte Erhöhung der Empfindlichkeit pyroelektrischer Sensoren mit Kontakt zur Wärmesenke bei niedrigen Frequenzen erreicht wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 den Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen pyroelektrischen Sensor,

Fig. 2 den Querschnitt durch einen erfindungsgemäß hergestellten Thermosäulensensor in einer ersten Ausführungsform, und

Fig. 3 den Querschnitt durch einen erfindungsgemäß hergestellten Thermosäulensensor in einer zweiten Ausführungsform.

In **Fig. 1** ist das pyroelektrische Chip 5 mit Frontelektrode 6 und Rückelektrode 4 über einen elektrisch leitfähigen Kleber 3 auf der als Wärmesenke wirkenden Grundplatte 1 mit den Kontaktleitbahnen 2 angeordnet. Die strukturierte Lackschicht 8 befindet sich auf der Frontseite des pyroelektrischen Chips 5. An dem von der Lackschicht freibleibenden Teil der Frontelektrode 6 wird diese durch Drahtkontaktierung 7, z. B. Ultraschallbonden, mit der Grundplatte 1 elektrisch verbunden. Vor dem Aufkleben und Bonden wird das Chip 5 mit den üblichen Verfahren der Mikroelektronik (Fotolithografische Strukturierung der Metallschichten für die Elektroden 4 und 6 sowie der Lackschicht 8) im Scheibenverband hergestellt. Das Vereinzeln der pyroelektrischen Chips kann z. B. durch Diamanttrennsägen erfolgen.

Beim in **Fig. 2** dargestellten Thermosäulensensor befindet sich der Silicium-Grundkörper 9 auf der Gehäusebodenplatte 10. Die auf der Oberseite des Grundkörpers 9 angeordnete dünne Membranschicht 13 aus Siliciumdioxid und Siliciumnitrid trägt als thermoelektrische Kontaktmaterialien dotiertes polykristallines Silicium 11 und Aluminium 12. Diese Leitbahnschichten sind

wie bei üblichen Halbleiterprozessen strukturiert und abwechselnd kontaktiert, so daß wie bei Thermosäulen üblich, mehrere Thermoelemente in Reihe geschaltet sind. Unter den im zentralen Teil des Sensors angeordneten "heißen" Kontakten ist der Grundkörper 9 durch anisotropes Ätzen bis zur Membranschicht 13 abgedünnt, so daß die "heißen" Kontakte nur durch die dünne Membranschicht 13 mit dem als Wärmesenke wirkenden Grundkörper 9 verbunden sind. Über den "heißen" Kontakten befindet sich die für infrarote Strahlung absorbierende Lackschicht 14.

Wie beim pyroelektrischen Sensor läßt sich der Thermosäulensensor einschließlich der Lackschicht 14 durch fotolithografische Verfahren im Scheibenverband strukturieren und durch Trennsägen vereinzeln. Als thermoelektrische Kontaktmaterialien können neben Silicium und Aluminium auch andere Metall- und Halbleiterschichten wie z. B. Wismuth, Antimon o.a., eingesetzt werden.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Thermosäulensensor befindet sich zwischen der absorbierenden Lackschicht 14 und den "heißen" Kontakten (Silicium 11 und Aluminium 12) eine dünne Isolierschicht 15 und die als Reflektor wirkende Metallschicht 16. Die Isolierschicht 15 kann beispielsweise aus Siliciumdioxid oder Siliciumnitrid hergestellt sein. Sie ist ebenso wie die darüberliegende Metallschicht 16 (z. B. Aluminium) mit den in der Mikroelektronik üblichen Verfahren im Scheibenverband herstellbar und strukturierbar.

Das fotolithografisch strukturierbare Lackgemisch wird im Scheibenverband aufgewalzt, aufgedruckt oder aufgeschleudert. Die Lackschicht hat eine typische Dicke von 3 bis 10 µm. Das zur Erhöhung der Absorption beigefügte feinkörnige Material (z. B. Metalloxid oder Kohlenstoff) wird dem Lack vor dem Abscheiden zugemischt. Wie üblich sind die beschriebenen Sensoren in einem hermetisch dichten Gehäuse mit infrarotdurchlässigem Fenster untergebracht. Gehäuse und Fenster sind in den Fig. 1 bis 3 nicht dargestellt.

Für Dünnschichtbolometer wird der in den Fig. 2 und 3 vorgeschlagene Aufbau angewendet. Die thermoelektrischen "heißen" Kontakte werden durch eine strukturierte Leitbahn mit hoher Temperaturabhängigkeit des Widerstandes (z. B. schwach dotiertes polykristallines Silicium, Wismuth o. ä.) ersetzt. Der übrige Aufbau und die Strukturierung der Lackschicht unterscheidet sich nicht von den vorgeschlagenen Lösungen für die Thermosäulensensoren.

Patentansprüche

1. Thermischer Strahlungssensor, bei dem die strahlungsempfangende Fläche mit einer fotolithografisch strukturierbaren Lackschicht (8, 14) von einigen Mikrometern Dicke bedeckt ist, wobei die Lackschicht (8, 14) durch Zusätze für den infraroten Spektralbereich absorbierende Eigenschaften erhält.
2. Thermischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die strukturierbare Lackschicht (8, 14) Zusätze von feinkörnigem Material enthält, wobei die Korngröße des Materials kleiner als die Schichtdicke des Lackes ist.
3. Thermischer Sensor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß unter der strukturierbaren Lackschicht (8, 14) mindestens auf der strahlungsempfangenden Fläche eine metallische Dünnschicht (16) als Reflektor angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

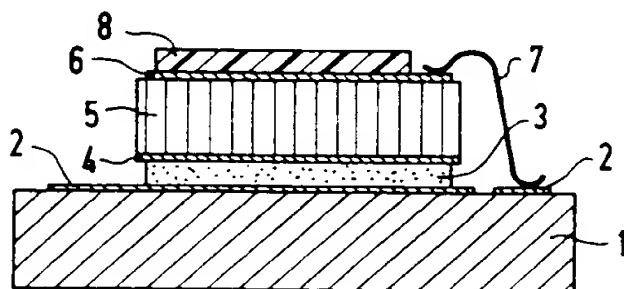


FIG 1

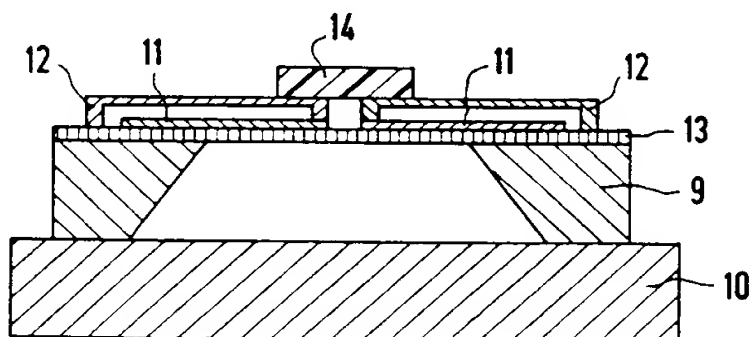


FIG 2

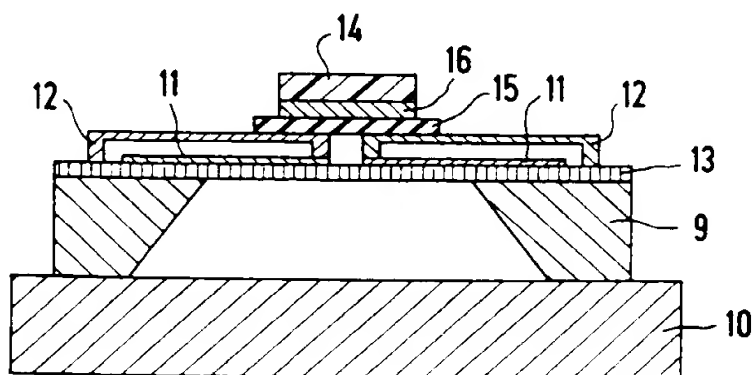


FIG 3